Über die frühe Entwicklung der menschlichen Lunge, nebst einem Versuch einer mechanischen Erklärung der Lappen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und der

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Robert Heiss,

approb. Arzt und Sammlungsassistent am anat. Institut München.

MÜNCHEN 1912.

KGL. HOFBUCHDRUCKEREI KASTNER & CALLWEY.

Über die frühe Entwicklung der menschlichen Lunge, nebst einem Versuch einer mechanischen Erklärung der Lappen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und der

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Robert Heiss,

approb. Arzt und Sammlungsassistent am anat. Institut München.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

MÜNCHEN 1912.

KGL. HOFBUCHDRUCKEREI KASTNER & CALLWEY.

Referent: Professor Dr. Rückert.

Der Verfasser wurde am 30. April 1884 in Augsburg geboren. Elementar- und Mittelschule besuchte er in München, wo er letztere im Jahre 1903 absolvierte. Nach 5jährigem medizinischem Studium unterzog er sich der Approbationsprüfung und wurde nach Ablauf des praktischen Jahres am 14. Dezember 1909 als Arzt approbiert.

Robert Heiss.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545821_0022

Abdruck aus:
Anatomischer Anzeiger.
Centralblatt für die gesamte wissenschaftliche Anatomie.
Amtliches Organ der Anatomischen Gesellschaft.
Herausgegeben von Prof. Dr. **Karl von Bardeleben** in **Jena.**
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**
41. Band, Nr. 2 und 3, 1912.

Nachdruck verboten.

Über die frühe Entwicklung der menschlichen Lunge, nebst einem Versuch einer mechanischen Begründung der Lappen.

Vorläufige Mitteilung von Robert Heiss.

(Aus dem anatom. Institut München, Direktor Prof. Dr. Rückert.)

Mit 9 Abbildungen.

Die vorliegende Mitteilung ist das Ergebnis einer Untersuchung, die zur Aufgabe hatte, zu versuchen, auf Grund einer Neubearbeitung der Entwicklungsgeschichte der menschlichen Lunge die Mängel im Verständnis des Bronchialbaumes zu beseitigen. Es ist eine gewisse Unsicherheit in unseren Kenntnissen, die darin begründet ist, daß wir

einer klaren Definition des morphologischen Wertverhältnisses zwischen Bronchialbaum und Lunge entbehren.

Nach den bisherigen Darstellungen ist der Bronchialbaum das Maßgebende für die Gestaltung der Lunge. Dieser Anschauung hat wohl Aeby durch Aufstellung des Stammbronchus den deutlichsten Ausdruck verliehen. Er behauptete, der Stammbronchus ist das grundlegende Achsengebilde jeder Lunge, von dem in bestimmter Anordnung Seitenäste abgehen. In der logischen Folgerung dieser starken Betonung des Gegensatzes von Stamm und Ast ergibt sich auch seine Auffassung von der Lunge als Ganzem. Er setzt einen Lungenstamm den Lungenlappen gegenüber; unter einem Lappen versteht er also das Verzweigungsgebiet eines Astes, während der Lungenstamm den Stammbronchus aufnimmt.

Diese Behauptungen Aeby's, die er an einem reichhaltigen vergleichend-anatomischen Tatsachenmaterial erwiesen hat, wurden von allen späteren Untersuchern bestätigt. Auch durch die Entwicklungsgeschichte erhielten sie eine kräftige Stütze, indem sich nachweisen ließ, daß das Bronchialsystem sich zuerst entwickelt und von diesem wieder zuerst der Stammbronchus. So wurde denn das ganze Ideengebäude auf die anscheinend sichere Basis der Entwicklungsgeschichte gestellt.

Nachdem man also in dem Stammbronchus das allgemeine Gestaltungsgesetz gefunden zu haben glaubte, ging man daran, die Verschiedenheiten in der Zahl und Abgangsweise der Seitenäste zu analysieren, wie sie in den meisten Fällen zwischen linkem und rechtem Bronchialbaum bestehen. Es handelte sich darum, die aus der angenommenen Gleichwertigkeit von linker und rechter Lunge zu folgernden antimeren Teile zu finden.

In der Verfolgung dieses Zieles gehen nun die Wege auseinander. Der eine Teil der Autoren läßt durch den Ausfall ganzer Bronchialbezirke auf einer Seite, zumeist auf der linken, die Asymmetrie zwischen rechter und linker Lunge entstehen, während sie nach den anderen durch das Verschmelzen zweier Äste zu einem beziehungsweise durch das Zerfallen eines Astes in zwei zustande kommt.

Wie soll man sich nun diese widersprechenden Anschauungen, welchen beiden Beobachtungen zugrunde liegen, erklären? Dies ist die Frage, die den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen bildete.

Das der Untersuchung zugrunde liegende Material stammt aus verschiedenen Quellen. Einen großen Teil der Embryonen erhielt ich

aus der reichhaltigen Sammlung des Münchener deskriptiv-anatomischen Instituts. Zwei Serien vorzüglich konservierter Embryonen stellte mir Prof. Mollier in liebenswürdigster Weise zur Verfügung, wofür ich ihm hier meinen Dank abstatten möchte. Den größten Teil der Embryonenserien verdanke ich der bekannten Liberalität von Prof. Robert Meyer-Berlin; ihm schulde ich vielen Dank. Besonders fühle ich mich aber meinem hochverehrten Chef und Lehrer, Herrn Prof. Dr. Rückert, verpflichtet. Für die Anregung zu dieser Arbeit und ihre tatkräftige Förderung durch Beschaffung des Materials spreche ich ihm hier meinen aufrichtigen Dank aus.

Die genauere Schilderung des Materials verschiebe ich auf die ausführliche Publikation. Hier sei nur erwähnt, daß ich 25 Embryonen von 2,5—30 mm Länge untersucht habe, deren größter Teil modelliert ist.

Die ausführliche Schilderung der Modelle soll an der Hand von zahlreichen Abbildungen gleichfalls später erfolgen.

In dieser Mitteilung beschränke ich mich auf die Behandlung der jüngeren Stadien, die für die Frage entscheidend sind.

Spezieller Teil.

Die Lunge entsteht als eine Ausstülpung der ventralen Wand des Darmes. Topographisch findet sich der Mutterboden kaudal von den Kiementaschen, in dem Übergangsbereich des Kiemendarms in den nutritorischen Darm. Diese beiden Darmabschnitte, durch ein spaltförmiges Lumen ausgezeichnet, scheinen gegeneinander torquiert und zwar so, daß der auf dem Querschnitt transversale Spalt des Kiemendarms auf dem sagittalen Spalt des nutritorischen Darms in kraniokaudaler Projektion senkrecht steht. Bei dem allmählichen Übergang ändert sich das Querschnittsbild derart, daß annähernd Rauten zustande kommen, was aus dem beistehenden Schema (Fig. 1) ohne weiteres hervorgeht. In diesem Bereiche entwickelt sich die Lunge durch Wachstum der ventralen Epithelpartien, die ich als Lungenfeld bezeichnen will. Damit soll ausgedrückt werden, daß von einem topographisch ganz bestimmten, wenn auch nicht scharf abgrenzbaren Feld, durch intensives Wachstum die Lungenanlage entsteht. Der Unterschied zwischen Lungenfeld und Lungenanlage ist also der, daß das Lungenfeld passiv durch die oben erwähnte Drehung des Darmes gebildet wird, während die Lungenanlage aktiv durch eigenes Wachstum dieses Feldes sich herausdifferenziert.

In der Folge dieses Wachstums sehen wir, daß die Anlage als hernienartige Vorwölbung in die Erscheinung tritt. Sie ist durch eine im Bogen kaudal und lateral herumziehende Furche vom Darm abgesetzt, kranial dagegen geht sie ohne Grenze in die Darmwand über. Diese erste Erscheinungsform der Lunge stellt ein einheitliches symmetrisches Säckchen dar und ist die unpaare Lungenanlage der

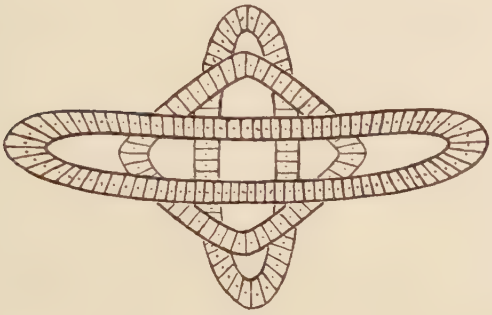


Fig. 1.

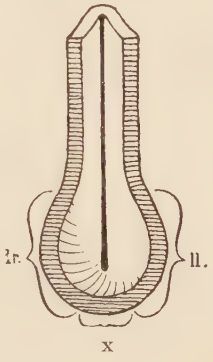


Fig. 2.

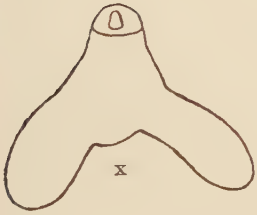


Fig. 3.

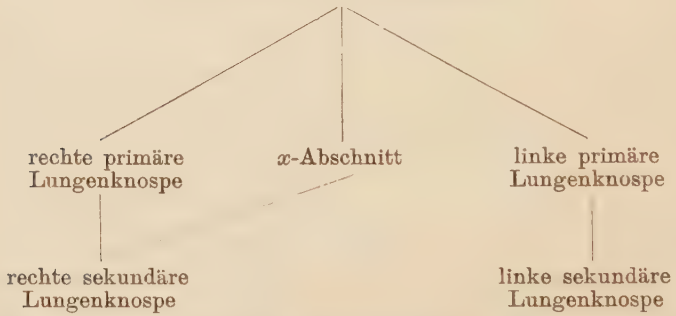
Fig. 4.

Autoren. Demgegenüber möchte ich hervorheben, daß es nicht angeht, hier ohne Einschränkung von einer unpaaren Anlage zu sprechen. Es sind nämlich strenggenommen in dem einheitlichen Lungensäckchen zwei seitliche paarige und ein mittlerer unpaarer Abschnitt enthalten, die ich in Fig. 2 einem schematischen Frontschnitt durch das Lungensäckchen mit *l. r.* und *l. l.* für die paarigen Teile und *x* für den unpaaren bezeichnet habe. Dies ist aber nicht so zu verstehen, als wären in diesem Stadium morphologische Anhaltspunkte vorhanden,

die auf eine derartige Gliederung hinweisen, vielmehr ist es die weitere Entwicklung, aus der eine solche Sonderung klar hervorgeht.

Es entwickelt sich nämlich zunächst aus den seitlichen Partien des Säckchens je eine Hohlknospe (Fig. 3). Sie sind ventral und kaudal durch ein Mittelstück verbunden. Dieses ist an dem Wachstum der seitlichen Partien unbeteiligt und daher durch seichte Furchen von ihnen getrennt. Erst später, wenn die seitlichen Teile, die beiden primären Lungenknospen, etwas herangewachsen sind, gleicht sich die zwischen dem Mittelstück x und der rechten Knospe *l. r.* vorhandene Furche allmählich aus, sodaß der unpaare Abschnitt nunmehr in die rechte primäre Lungenknospe einbezogen und als besonderer Teil nicht mehr zu unterscheiden ist (Fig. 4). Die zweite Furche, welche den x-Abschnitt gegen die linke primäre Lungenknospe absetzt, bleibt erhalten und bezeichnet nunmehr die Trennung der so entstandenen sekundären Lungenknospen.

Damit hat die erste Phase in der Entwicklung der Lunge ihren Abschluß gefunden. In ihr hat sich die Scheidung des in dem einheitlichen Lungensäckchen vorhandenen Epithelmaterials in zwei für die rechte und linke Lunge bestimmte Portionen vollzogen und zwar in der Weise, wie in nachfolgender Tabelle übersichtlich dargestellt ist.



Die beiden Teilprodukte, die rechte linke Lungenknospe, sind also ihrer Entstehung zufolge ungleich. Diese Ungleichheit findet in der von nun an vorhandenen Asymmetrie sichtbaren Ausdruck. Die rechte Lungenknospe ist nämlich in allen Ausmaßen größer als die linke.

Verfolgen wir nun die Entwicklung weiter, so sehen wir, daß sich die beiden sekundären Lungenknospen, während sie in kaudaler und lateraler Richtung etwas in die Länge wachsen, sackartig erweitern. Gleichzeitig mit diesem Vorgang, der auf einem gleichmäßigen

Wachstum des ganzen beruht, läuft ein zweiter Prozeß ab, in dessen Vollendung eine Differenzierung jedes Lungensackes in zwei Abschnitte angebahnt erscheint.

Betrachten wir zunächst den linken Lungensack des in Fig. 5 dargestellten Stadiums, der aus später zu erörternden Gründen einfachere Verhältnisse darbietet. Mit einem verjüngten Stück kranial beginnend, stellt er einen gleichmäßig weiten Sack von elliptischem Querschnitt dar. Bezüglich der Orientierung des längsten Durchmessers der Ellipse läßt sich ein auffallender Gegensatz zwischen den einzelnen Zonen des Sackes konstatieren. Während nämlich in den kranialen Partien der elliptische Querschnitt mit seinem längsten Durchmesser

Fig. 5.

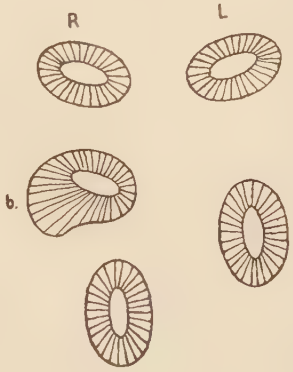


Fig. 6.

annähernd transversal steht, ist er in dem kaudalen Abschnitt sagittal eingestellt, wie es in Fig. 6 veranschaulicht ist. Beide Abschnitte gehen allmählich ineinander über.

Der rechte Lungensack zeigt hinsichtlich der eben für die linke Seite beschriebenen Verhältnisse Ähnliches. Es lassen sich auch hier in derselben Weise geformte und topographisch verteilte Abschnitte unterscheiden. Nur in dem Übergangsbereich, sofern man überhaupt hier von einem solchen sprechen darf, zeigt sich etwas Besonderes. Während wir auf der linken Seite ein allmähliches Übergehen der nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen differenzierten Abschnitte feststellen konnten, gelingt ein gleiches rechts nicht.

Hier sehen wir den einer Übergangszone entsprechenden Abschnitt bei äußerer Betrachtung, in der Ansicht von vorn (Fig. 5) aufgetrieben, mit einer medialen und lateralen Vorwölbung; er ist nicht nur kranial, als insbesondere kaudal durch eine deutliche Furche demarkiert. Auf dem Schnitt durch diese Gegend erweist sich die äußere Kontour des Epithels als Kreis mit einer ventralen Abflachung. Das Epithel, welches dorso-medial das Lumen in gleichmäßiger Lage umgibt, zeigt ventro-lateral eine deutliche Verdickung. Die Ausdehnung des verdickten Epithelbezirkes ist in Fig. 5 durch zwei punktierte Linien angegeben, seine höchste Stelle mit einem X bezeichnet.

Wir haben also hier einen Abschnitt kennen gelernt, der hinsichtlich seiner Ausbildung auf der linken Seite eines Gegenstückes entbehrt.

Wenn wir nun das Wesentliche der eben geschilderten Vorgänge betrachten, läßt sich eine die Gesamtheit des Lungensäckchens betreffende Orientierung des Epithelmaterials feststellen. Das folgende gleich zu beschreibende Stadium berechtigt uns, in diesem Verhalten den ersten Beginn einer Gliederung zu erblicken.

Denn nun treten entsprechend den oben beschriebenen Stellen durch divergentes Wachstum deutlich voneinander getrennte Abschnitte zutage, links 2, rechts 3. Auf der linken Seite des in Fig. 7 abgebildeten Stadiums sehen wir distal eine kolbige Erweiterung und proximal eine lateral gerichtete Vorbuchtung. Auf der rechten Seite finden wir ebenfalls eine endständige Auftreibung, in der Mitte aber eine sehr viel stärker ausladende Sprosse, deren Mächtigkeit nicht weiter erstaunlich ist, weil im vorhergehenden Stadium schon an dieser Stelle, und zwar nur an dieser Stelle im Querschnittsbild (Fig. 6 Rb) eine Epithelverdickung vorhanden war. Auch die in entgegengesetzter Richtung als mediale Vorwölbung beschriebene, ist hier unverändert vorhanden. Lateral existiert außer der einen großen Ausbuchtung noch eine zweite kleinere weiter proximal und etwas dorsalwärts abgedrängt, in unmittelbarer Nähe der ersteren, so daß ein gemeinsamer Ursprung vorgetäuscht werden könnte.

Das unmittelbar darauf folgende Stadium (Fig. 8) zeigt nur eine schärfere Sonderung der eben geschilderten Teile. Ein Wachstum des Ganzen ist kaum nachweisbar, trotzdem erscheint der linke distale Abschnitt sehr verlängert, dadurch daß die in Fig. 7 noch seichte Furche zwischen ihm und dem lateralen Teil sich bedeutend vertieft

hat. Auch rechts ist nur eine weitergehende Sonderung eingetreten. Wir können außer dem anscheinend unveränderten distalen Abschnitt die zwei lateralen, völlig getrennten und nun auch gleichgroßen Teile erkennen. Auch die mediale Vorwölbung ist vorhanden, aber nicht stärker entwickelt.

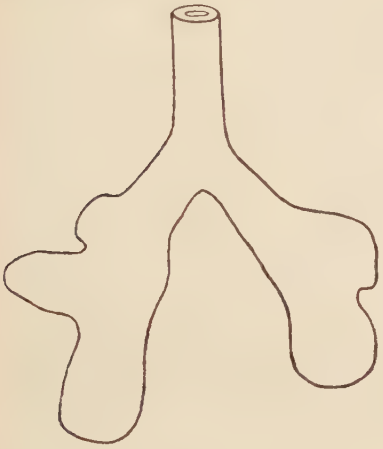


Fig. 7.

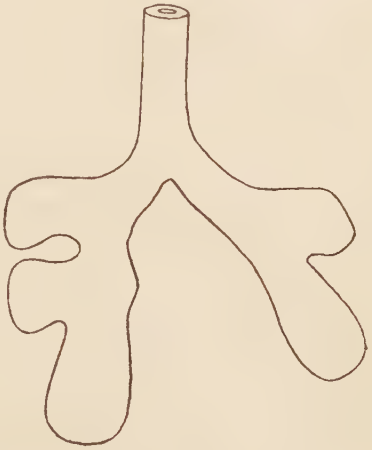


Fig. 8.

Mit diesem Stadium schließt die zweite Periode der Lungenentwicklung. In ihr haben sich die zuerst einheitlichen Lungensäcke gegliedert durch gleichzeitiges Wachstum an entgegengesetzten Stellen und in divergente Richtungen. Die weitere Entwicklung schlägt nun andere Bahnen ein, indem die bisher gebildeten Teile sich selbständig unter starker Verästelung weiterentwickeln.

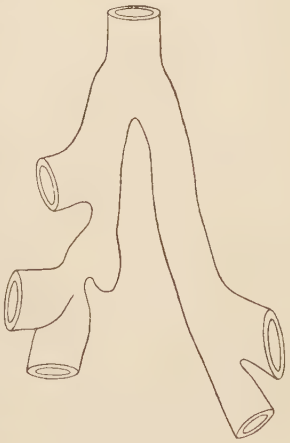


Fig. 9.

Daß hier tatsächlich ein anderer Entwicklungsmodus stattfindet, ergibt sich schon aus den Angaben verschiedener Autoren, welche für die ersten Differenzierungen eine Monopodie, für das spätere Wachstum eine Dichotomie annehmen. Es sei der ausführlichen Arbeit vorbehalten, im einzelnen genau nachzuweisen, wie jeder dieser fünf Abschnitte sich unabhängig weiter entwickelt. Wir können das Neue

in der Weiterentwicklung so ausdrücken, daß auf das Stadium der Gliederung des Ganzen nunmehr eine Periode folgt, in der die Form der definitiven Lunge in den Einzelheiten angearbeitet wird.

Allgemeiner Teil.

Wenn wir nun daran gehen, eine Deutung der im Vorhergehenden geschilderten morphologischen Tatsachen zu versuchen, so müssen wir uns zunächst über die Fragestellung klar werden. Es handelt sich zuerst um die allgemeine, prinzipielle Frage: Was hat sich bisher entwickelt, die Lunge oder der Bronchialbaum? Diese Frage wird allgemein, wie schon eingangs erwähnt, im letzteren Sinne beantwortet. Die Autoren sehen in den sich zuerst entwickelnden Teilen die Anlage des Bronchialbaumes. Zu dieser Auffassung scheinen sie dadurch veranlaßt worden zu sein, daß eine auffallende Ähnlichkeit zwischen dem embryonalen Bilde der epithelialen Lunge und dem fertigen Bronchialbaum besteht.

Mit dieser Auffassung stellt sich die Ontogenie in einen schroffen Gegensatz zur Phylogenie. Denn phylogenetisch sind die respiratorischen Flächen das primäre, und die Luftwege in der Lunge kommen sehr spät zur Sonderung. Ontogenetisch treten nach der Angabe der Autoren die Anlagen der Luftwege am frühesten auf und die Entstehung der respiratorischen Partien bildet den Abschluß des ganzen Prozesses. Gegenbaur hat diesen Gegensatz zu beseitigen versucht, indem er für die Ontogenese eine Caenogenese annimmt und dabei auf die geringere Bedeutung der Ontogenie für die Erkenntnis der Stammesgeschichte hinweist. Dieser Vorwurf ist unberechtigt: denn es ist in Wirklichkeit gar kein Gegensatz vorhanden.

Wenn wir den fertigen Zustand einer Säugetierlunge ins Auge fassen, so sehen wir diese in vollständig von einander getrennte Teile gegliedert, die man als Lappen bezeichnet. Es hat also gewissermaßen die bei den niederen Tieren einheitlich respiratorische Fläche eine Spaltung erfahren und zwar mitsamt dem zuführenden einheitlichen Bronchus. Wir können also z. B. beim Menschen an der rechten Lunge je eine respiratorische Fläche, des Ober-, Mittel- und Unterlappens unterscheiden, die das gemeinsam haben, daß sie Teile einer einheitlichen Lungenfläche sind.

Wie kann es da wundernehmen, daß diese Gliederung schon in früh embryonaler Zeit auftritt, wie wir es in der zweiten Entwicklungsperiode kennen gelernt haben. Ich sehe also in dem in Fig. 8 ab-

gebildeten Stadium, welches rechts drei, links zwei Teile erkennen läßt, die Anlage der den späteren Lappen entsprechenden respiratorischen Flächen. Dies zu beweisen soll nun versucht werden. Für die Entscheidung der Frage, ob es sich in dem erwähnten Stadium um eine Bronchial- oder Lungenanlage handelt, kommt einzig und allein in Betracht, wie es sich entwickelt. Ist es eine Bronchialanlage, so ist der kaudal gerichtete Abschnitt der Stammbronchus, während die seitlichen Teile Äste von ihm darstellen. Als solche müßten sie natürlich auch entstehen, d. h. als wahre Knospen entstanden durch stärkeres Wachstum einer zirkumskripten Stelle an der Wand des Stammbronchus. Daß dies für die auf der linken Seite vorhandenen Teile nicht zutrifft, dürfte aus der früheren Schilderung der Entwicklung hervorgehen. Das Gleiche gilt auch für den kaudalen und kranialen Abschnitt der rechten Seite. Bezüglich der Entstehung des mittleren Abschnittes scheint eine Ausnahme zu bestehen, was auf die Besonderheit seiner Herkunft zu beziehen ist, wie später erörtert werden soll.

Wir müssen also die anfangs gestellte Frage dahin beantworten, daß sich zuerst der respiratorische Teil der Lunge entwickelt, zunächst als einheitlicher Sack, der sich auf die beschriebene Weise in die späteren Lappen gliedert. Der Bronchialbaum entsteht sekundär und stellt die Wege dar, auf denen das Zellmaterial für die respiratorischen Flächen in der Ontogenese verteilt wurde.

Der Grund der bisherigen irrigen Anschauungen ist das Dogma vom Stammbronchus. Auf ihm beruht die geringschätzige Behandlung der Lungenlappen. Man betrachtete sie als nebensächliche Gebilde, weil man sie nicht erklären konnte. Daß die Lappengliederung der Lunge eine tiefere Bedeutung als die rein morphologischer Bildungen hat, möge hier nur kurz skizziert werden.

Um es gleich zu sagen, handelt es sich um mechanische Einrichtungen. Ihr Zweck ist, der Lunge die ihr vom Thorax vorgeschriebenen Erweiterungen bei der Atmung zu ermöglichen.

Die an dem Thorax bei der Atmung wahrnehmbaren Bewegungen erweitern den Binnenraum in den drei Ausmaßen des Raumes, also im sagittalen, transversalen und vertikalen Durchmesser. Der Raumzuwachs, welchen die Thoraxbewegung liefert, erfolgt nun nicht als eine gleichmäßig konzentrisch zu denkende Schicht um die Ausgangsform, sondern im wesentlichen nach Art einer Apposition nur an dem einen Endpunkt der Durchmesser. So sehen wir die Vergrößerung des sagittalen Durchmessers nur nach vorne, die des transversalen nur

lateralwärts, die des vertikalen hauptsächlich nach unten erfolgen. Dazu kommt, daß die einzelnen Bewegungskomponenten nicht an allen Stellen des Thorax dieselbe Größe haben. So nimmt die transversale Erweiterung nach unten an Größe zu, desgleichen die sagittale. Diese beiden aufeinander senkrecht stehenden Bewegungen erfolgen natürlich nicht getrennt jede für sich, sondern in den Resultanten dieser beiden Bewegungsrichtungen und Bewegungsgrößen. Es erhellt daraus, wie ungemein kompliziert die räumliche Erweiterung des Thoraxraumes ist und damit der diesen ausfüllenden Lunge. Es ist daher notwendig, die Größe und Richtung der Bewegung einzelner Punkte zu studieren. Da sich nun die Thoraxbewegung aus den Einzelbewegungen der Rippen zusammensetzt, liegt es nahe, auf diesen verschiedene Punkte in ihren Bewegungswerten zu untersuchen.

Bekanntermaßen bewirkt eine Drehung der Rippen um ihre durch den Rippenhals verlaufende Achse eine Erweiterung des von ihr umschlossenen Raumes im transversalen und sagittalen Durchmesser zugleich. Verfolgen wir zunächst einmal die Bewegung irgendeines Punktes auf einer Rippe, so kann an ihm außer der Verschiebung nach vorne auch eine seitliche Abweichung dementsprechend konstatiert werden und zwar wird selbstverständlich ein Punkt in der Nähe des Sternums in höherem Maße nach vorne vorgeschoben werden, während ein mehr lateral gelegener eine stärkere transversale Verschiebung aufweisen wird. Zwischen diesen Punkten liegen nun solche, in denen die transversale und sagittale Verschiebung den gleichen Wert haben; sie befinden sich gewissermaßen in Ruhe in Bezug auf die beiden aufeinander senkrecht stehenden Bewegungsrichtungen, sie bewegen sich nur in vertikaler Richtung. Die Verbindung aller dieser Punkte in den einzelnen Thoraxsegmenten ergibt eine Linie, die von hinten oben nach vorne unten verläuft. Denn in den oberen Rippen steht der Bewegung nach vorne eine verhältnismäßig untergeordnete transversal gerichtete gegenüber, während bei den unteren für die Erweiterung der Lunge maßgebenden Rippenabschnitte die transversale von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Es ist klar, daß es in dem räumlichen Gebilde, wie es der Thorax ist, nicht eine Linie von ruhenden Punkten gibt, sondern eine Fläche, die aus unendlich vielen, gleichwertigen ähnlichen Linien konzentrisch ineinander gedachter Brustkörbe entstanden ist. Diese Fläche teilt den von der Lunge eingenommenen Thoraxraum beiderseits in zwei Abschnitte, einen vorderen oberen und einen hinteren

unteren, welche sich bei der Thoraxerweiterung verschieden voneinander verhalten.

Durch das Hinzutreten der vertikalen Bewegungskomponenten müßten die beiden eben erwähnten Abschnitte in entgegengesetzter Richtung von einander entfernt werden. Dieser Zwiespalt in der Ausdehnungsbewegung der beiden Raumteile wird durch die Bildung eines Spaltes gelöst. Es bewegt sich der vordere obere Teil nach vorne und abwärts, der hintere untere seitwärts und aufwärts, so daß sie in der Spalte aneinander vorbeigleiten. So paradox es klingen mag, der Oberlappen verschiebt sich nach unten und gewährt den Spitzenpartien die Ausbreitungmöglichkeit nach oben; der Unterlappen rückt nach oben, seine unteren Partien können sich infolgedessen mehr ausdehnen als ihnen an sich durch das Tiefertreten des Zwerchfells gewährleistet ist.

Die Ab- bzw. Aufwärtsbewegung des Ober- und Unterlappens ist natürlich kombiniert mit den oben beschriebenen Ausdehnungsbewegungen nach vorn und seitwärts, so daß eine Drehbewegung resultiert. Das Zentrum dieser Drehung liegt am Hilus, dessen Lage somit von großer Bedeutung für die Mechanik der Lungenbewegungen ist.

Diese hier kurz skizzierte Mechanik der Lungenbewegungen soll nur meinen Gedankengang darlegen, wie ich zu der Behauptung einer mechanischen Begründung der Lungenläppchen gelangt bin. Der mensurell mathematische Beweis steht noch aus, ich hoffe ihn aber bald zu erbringen.

Nachdem nun das Verhältnis der Teile innerhalb einer Lunge erörtert ist, sollen die Beziehungen der beiderseitigen Lungen zu einander diskutiert werden. Im allgemeinen herrscht die Ansicht, die Säugetierlungen seien einander gleichwertig und symmetrisch. Wie die tatsächliche Asymmetrie erklärt wird, ist schon in der Einleitung gesagt worden. Hier handelt es sich um die Frage, wie sie sich entwickelt.

Fast einstimmig geben die Autoren an, daß die primären Lungenknospen symmetrisch sind. In einem späteren Stadium werden sie als asymmetrisch beschrieben und zwar so, daß die rechte Lungenknospe größer als die linke ist. Man zog daraus den Schluß, daß die linke Knospe im Wachstum zurückgeblieben, also gegenüber der rechten reduziert ist.

Nach meinen Befunden ergibt sich die Asymmetrie in anderer Weise. Die Feststellung, daß die beiden primären Lungenknospen

symmetrisch, kann ich bestätigen. Asymmetrisch werden sie dadurch, daß zu der rechten primären Lungenknospe etwas hinzu tritt, nämlich der x-Abschnitt, wie dies früher schon ausführlich geschildert wurde.

Aus der Volumenasymmetrie wird späterhin eine Gliederungsasymmetrie. Es liegt somit der Gedanke nahe, einen Teil der rechten Lunge auf den x-Abschnitt zu beziehen. Welcher Teil von ihm hergeleitet werden kann, muß ein Vergleich zwischen rechter nnd linker Lunge ergeben. Denn beide enthalten symmetrische Teile, die linke nur einen solchen, die rechte dazu noch den x-Abschnitt. Aus der Differenz beider Lungen ergibt sich der mittlere Abschnitt der rechten als Abkömmling des unpaaren Teiles des einheitlichen Lungensäckchens.

Dieser unpaare Abschnitt bildet nun nicht nur lateral den Mittellappen, sondern auch medianwärts einen Teil, den wir in Fig. 5, 7 und 8 als eine Vorwölbung kennen gelernt haben, von der ein Analogon links nicht vorhanden ist. In einem viel späteren Stadium (Fig. 9), auf das ich im übrigen hier nicht eingehe, erblickt man an der früheren medianen Vorwölbung nun einen starken kaudalwärts gerichteten Vorsprung, welcher in späteren Stadien wieder verschwindet.

Es ist ein rudimentäres Gebilde, welches nur in der Ontogenese vorübergehend auftritt. Ich halte es für ein Rudiment des Lobus infracardiacus, wie bei den meisten Säugern vorkommt. Mit dieser Auffassung stimmt auch die Angabe von Narath überein, daß der „Bronchus infracardiacus“ und der „Bronchus ventralis I“, aus dem sich der Mittellappen entwickelt, gemeinsam entstehen.

Zusammenfassung.

1. Das Lungengewebe gliedert sich in Anpassung an die Raumverhältnisse in zwei symmetrische kostale Abschnitte und einen asymmetrischen kardialen Abschnitt.

2. Letzterer zerfällt in eine Pars supracardiaca und in eine Pars infracardiaca.

3. Letztere ist beim Menschen nur in der Ontogenese nachweisbar.

4. Die Pars supracardiaca[1]) entspricht dem rechten Mittellappen.

---

1) Statt dieser vergleichend anatomischen Bezeichnung würde sich speziell für den Menschen der Name Pars intermedia besser eignen, da die ursprüngliche Lagebeziehung nicht mehr besteht.

5. Die Pars costalis sondert sich sekundär in eine Pars sup. ant. und eine Pars inf. post. — den Ober- und Unterlappen.

6. Die Lappenbildung ist eine Hilfseinrichtung der Ventilation. Die Anordnung derselben ist jeweils durch die Mechanik des Thorax und dessen Inhalt bedingt.